DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.170286

胡伟芳, 张永勋, 王维奇, 闵庆文, 章文龙, 曾从盛. 联合梯田农业文化遗产地景观特征与景观资源利用[J]. 中国生态农业学报, 2017, DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.170286
Hu W F, Zhang Y X, Wang W Q, Min Q W, Zhang W L, Zeng C S. Landscape characteristics and utilization in agro-cultural heritage systems in Lianhe Terrace[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2017, DOI: 10.13930/j.cnki.cjea.170286

联合梯田农业文化遗产地景观特征与景观资源利用*

胡伟芳[1], 张永勋[2], 王维奇[1], 闵庆文[3], 章文龙[1], 曾从盛[1**]
(1. 福建师范大学地理科学学院 福州 350007; 2. 中国农业科学院农业经济与发展研究所 北京 100101; 3. 中国科学院地理科学与资源研究所 北京 100101)

摘 要: 福建尤溪联合梯田是一个持续了1 300多年的农业文化遗产系统, 然而随着工业化的不断发展, 其社会-经济-自然复合生态系统的稳定机制已经不适应生产力发展的要求, 景观生态系统正面临不可持续的威胁。本文运用景观生态原理和方法, 分析联合梯田景观指数和空景观间格局, 研究景观资源现状, 并提出景观资源开发利用的保护对策。结果表明: 1)林地和耕地是联合梯田的景观优势类型, 分别占总景观面积的67.93%和20.40%。林地的景观破碎度(0.05)和斑块数目(83个)较低, 体现森林覆盖度较高且分布较集中。耕地的斑块数目(1 369个)、斑块密度(1 327个·km^{-2})、边缘密度(89.91 m·hm^{-2})、景观破碎度(0.75)和景观形状指数(50.85)均最大, 体现耕地面积破碎化、形状多样化及边界复杂的特征。2)联合梯田形成“水源林-聚落-梯田-复合景观”的垂直立体分布格局, 具良性生产功能、宜居功能、水土保持功能和美学功能。3)联合梯田发育了丰富的景观资源, 但仍存在较多景观资源破坏及未能深刻挖掘利用的问题, 使联合梯田文化遗产地陷入“景观资源闲置-遗产地贫困-人口流失-梯田生态景观破坏-景观资源消失”恶性循环。4)未来应重点恢复与改造梯田景观, 建立相应的补偿机制, 发展生态农业、第二产业, 发展农业文化遗产旅游和生态旅游, 促进梯田景观复兴及传统文化的现代回归。

关键词: 农业文化遗产; 联合梯田; 景观格局; 景观资源; 景观生态; 景观保护
中图分类号: S151.9 **文献标识码:** A

Landscape characteristics and utilization in agro-cultural heritage systems in Lianhe Terrace*

HU Weifang[1], ZHANG Yongxun[2], WANG Weiqi[1], MIN Qingwen[3], ZHANG Wenlong[1], ZENG Congsheng[1**]
(1. School of Geographical Sciences, Fujian Normal University, Fuzhou 350007 China; 2. Institute of Agricultural Economics and Development, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Beijing 100101 China; 3. Institute of Geographical Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101 China)

Abstract: Lianhe Terrace in Youxi County, Fujian Province is an important Agricultural Heritage System (AHS) that is over 1 300 years old. AHS consists of “forest-settlement-terrace-composite landscape” pattern established by the ancestors. Abundant landscape resources have been developed in this subtropical mountain area, including physiographic landscape, biological landscape, astronomical and climate landscape, relic landscape, architectural and engineering landscape, and folk-culture landscape. However, the stability mechanism of social, economic and natural compound ecosystems has failed to adapt to the requirements of productivity development with industrialization, and the landscape ecosystems has faced with threats of unsustainability. Analysis of landscape characteristics using the theory and methods of landscape ecology, study of the status of landscape resource utilization, and conservation strategies of landscape resources in Lianhe Terrace Agricultural Heritage were conducted in this study. Results showed that: 1) Forest land and farmland were the dominant landscape types, accounting respectively for 67.93% and 20.40% of the total landscape area. Landscape fragmentation and number of forest patches were relatively low, 0.05 and 83, respectively. This suggested that forest cover was high with a relatively concentrated distribution. The largest number of patches (1 369), patch density (13.27 per 10 000 hm^2), edge density (89.91 m·hm^{-2}), landscape fragmentation (0.75) and landscape shape index (50.85) in farmland indicated fragmentation, diversification and complex boundary conditions in the region. 2) The vertical distribution of landscape patterns in the key protected areas of Lianhe Terrace was “forest-settlement-terrace-composite landscape” pattern. The sets of virtuous ecological

*国家自然科学基金项目(41571287, 31000209)、福建省尤溪县人民政府委托项目“全球重要农业文化遗产申报书”和福建师范大学校级创新团队项目(IRTL1205)资助
**通讯作者: 曾从盛, 研究方向为湿地生物地球化学循环、生态-地理过程与功能。E-mail: cszeng@fjnu.edu.cn
胡伟芳, 研究方向为自然资源与环境。E-mail: weifanghyx@163.com
收稿日期: 2017-04-04 接受日期: 2017-07-25
* This research was funded by the National Natural Science Foundation of China (41571287, 31000209),the Funds for Globally Important Agricultural Cultural Heritage Declaration by Youxi County of Fujian Province, and the Program for Innovative Research Teams of Fujian Normal University (IRTL1205).
** Corresponding author, E-mail: cszeng@fjnu.edu.cn
Received Apr. 4, 2017; accepted Jul. 25, 2017

systems and typical regional traits were well established. This landscape pattern functioned at optimum yield, livability, soil and water conservation and aesthetic. 3) Abundant resources (including natural and cultural landscape resources) were developed in Lianhe Terrace Agricultural Heritage. However, some terraced fields were abandoned due to youth labor emigration in search for work elsewhere. This led to terraced field collapse, canal jam, and both water and soil erosion. Furthermore, some landscapes were destroyed by natural or artificial factors such as historic sites of ancient pottery piece (more than 3 000 years) and Shuiwei Bridge (the Southern Song Dynasty). In addition, some humanistic landscape resources such as Min Opera, Temple Fair of Fuhu Rock and Lantern Festival lacked further utilization. That led to a vicious circle of idle landscape resource, poverty, population loss, destruction of landscape ecology, and landscape resource disappearance. 4) The unstable mechanism of the vicious cycle was reversible through reasonable exploitation of landscape resources. Several strategies were proposed, including damaged forestland restoration, establishment of corresponding compensation mechanisms, development of eco-agriculture, secondary industry, agro-cultural heritage tourism and ecological tourism. It all aimed at establishing a sustainable ecosystem of terraced artificial ecosystems and the integration of protection of terraced ecological landscapes and utilization of landscape resources. This will benefit the rehabilitation of terraced landscapes and agricultural cultural heritage.

Keywords: Agricultural heritage; Lianhe terrace; Landscape pattern; Landscape resource; Landscape ecology; Landscape reservation

高效农业技术的广泛使用提高了农业生产效率、粮食产量，但同时也带来环境污染[1]、生物多样性减少[2]、食物安全等问题[3]以及传统农业文化和农业景观逐渐消失等负面效应[4]。梯田景观是自然环境与人类活动相互作用的产物[5]，它使山地农作区的田间水土较大限度地得以保存[6]，是山地丘陵区较利于水土保持的土地利用方式之一，具有重要的文化价值和景观价值，能产生显著的生态效益、经济效益和社会效益[7]。同时，梯田作为人工生态系统，缺乏人工维护后容易造成田埂崩塌及水渠堵塞，引发土壤侵蚀和水土流失[8]，进而引起土地资源减少、土地退化、生产力下降和贫困面加大等一系列生态、经济和社会问题，引起经济学、社会学、地理学和生态学相关学者的关注[9]。

景观包括自然景观和人文景观。自然景观是生物的栖息地，也是人类的生存环境，它整合和浓缩了特定地域上诸多自然要素和人文现象间的内在联系，具有高度的综合性和明显的地域性[10]。人文景观是自然与人为作用的产物，它表达了人与自然环境之间的一种长期而亲密的关系[11]。从景观视角挖掘出格局信息与生态环境脆弱性之间的内在关联性，建立起景观信息与区域生态环境响应之间的联系，则可从更广、更高层面上来分析与评价区域环境问题，为区域生态环境的建设提供新的研究方法与思路[10]。目前较多的研究仅局限于景观格局的分析[10,12]，或仅局限于景观资源的调查现状[13]，而景观格局与景观资源利用耦合关系的研究较少[14]。通过分析梯田景观的生态技术，运用景观生态原理和方法，结合地区特征及梯田景观的需求和挑战，促进景观资源的修复与开发利用，对实现当地社会经济与自然环境的可持续发展具有重要意义[15]。

联合梯田农业文化遗产地作为中国亚热带山地传统农耕文化的缩影，迄今已有 1 300 多年的历史，其“水源林-聚落-梯田-复合景观”分布格局形成独特的物质流和能量流。随着社会经济的发展，梯田原有的社会-经济-自然复合生态系统的稳定机制已经不适应生产力发展的要求，必须重构新稳定机制以维护梯田景观生态保护。基于此，本研究运用景观生态原理和方法，分析联合梯田景观指数和空间分布格局，研究景观资源现状，并提出景观资源开发利用的保护对策，以期为梯田农业文化遗产保护及制定相关政策制度提供参考。

1 研究区概况

联合梯田农业文化遗产地位于福建省尤溪县(117°48′30″~118°40′E，25°50′36″~26°26′30″N)，总面积 3 425.3 km^2，以山地和丘陵为主(约 90%)。联合乡作为联合梯田农业文化遗产地核心区，是重点保护区。本文选取遗产地重点保护区为研究对象，面积约 169.5 km^2，区内人口 2.1×10^4 人。区内属亚热带海洋性季风气候，年平均气温 15.8~19.6 ℃，无霜期 280 d，年平均降水量 1 600 mm，且降水集中在 5—9 月，平均蒸发量约 1 313.4 mm[16-17]。森林、梯田和村庄等组成的梯田复合生态系统景观结构相对复杂，生物多样性丰富，共有动物 158 种，植物 369 种，常见微生物 20 种。区内具有较强的生态系统服务功能，如林地的水源涵养功能(涵养水源量约 439.49×10^8 m^3)、水土保持功能(土壤保持量约 4.04×10^7 t)、调节气候功能(固碳总量约 8.15×10^4 t、释氧总量约 5.99×10^4 t)和病虫草害防治功能。

2 研究方法

景观指数可以使空间数据获得相对的统计性质，定量描述及监测景观空间结构随时间的变化。一般而言，破碎度高的景观水土保持较差[18]。为揭示联合梯田农业文化遗产地的景观指数特征(包括斑块组成、破

碎度、复杂程度和斑块变化方向等)，选取斑块类型面积(CA)、斑块面积百分比(PLAND)、斑块边缘密度(ED)、斑块数目(NP)、斑块密度(PD)、斑块邻接边长度百分比、邻接边数目百分比等景观格局指数作为表征指标[10,12]。研究所用数据包括联合梯田农业文化遗产地土地利用数据(全国第 2 次国土资源调查)。采用 Fragstats 3.3 软件分析景观格局指数，基于 ArcGIS 9.3 软件数据分析和叠加计算各类型间的邻接边长度和数目百分比。

虽然景观指数可以使空间数据获得相对的统计性质，且可以定量描述及监测景观空间结构随时间的变化，但是越来越繁杂的、基于数理统计或拓扑计算公式生成的各类景观指数并不能完全揭示真实景观的结构组成、空间形态和功能特征，这也是景观生态学家所关注的重要问题[18]。因此，基于景观指数的分析，对研究区景观资源的类型、分布、利用与保护现状进行实地考察，剖析了景观资源利用与景观生态保护的耦合关系。

3 结果与分析

3.1 景观格局

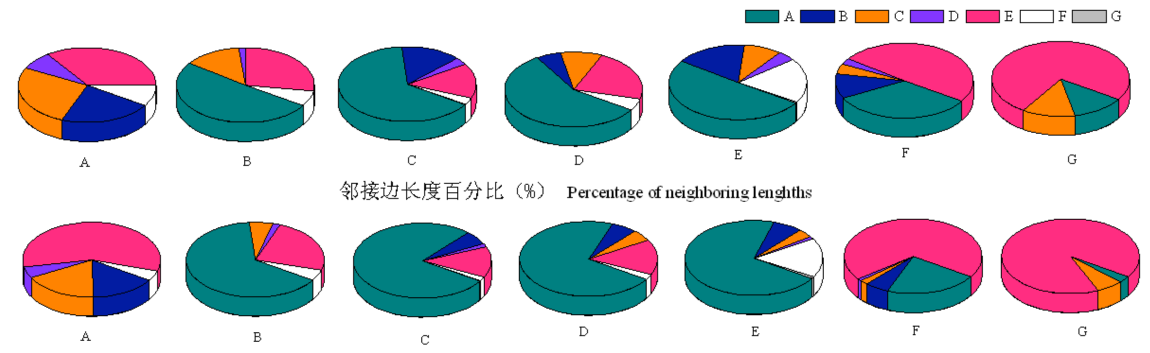
景观斑块类型格局指标分析表明，林地和耕地为联合梯田重点保护区的优势景观类型，二者的斑块面积分别占总景观的 67.93%和 20.40%，其他景观类型的比例较低(表 1)。林地的最大斑块占总景观面积的 30.73%，而景观破碎度(0.05)和斑块数目(83 个)较低，即森林覆盖度较高且分布较集中。耕地的面积仅次于林地，但斑块数目(1 369 个)、密度(1 327 个·km^{-2})、边缘密度(89.91 m·hm^{-2})、景观破碎度(0.75)和景观形状指数(50.85)均最大，体现耕地面积破碎化、形状多样化及边界复杂的特征，表明耕地景观受人为影响最大。水域的景观面积较小，仅占总景观的 0.86%。由景观类型的邻接边数目和长度百分比可得，耕地与裸地、建筑用地、水域、林地和园地紧密分布；林地与耕地、园地和采矿用地相邻分布；建筑用地与耕地、林地和裸地相邻布局(图 1)。

从景观垂直立体分布来看，联合梯田的分布格局为“水源林-聚落-梯田-复合景观”(图 2)。在此格局上，建立了一套良性的生态系统，形成了典型的地域性特质。水源林下渗蓄水，通过地下径流，以山泉和溪流的形式流入梯田，逐级灌溉耕地，发挥水资源的最大利用效率。聚落主要布局在山腰，邻近耕地，便于人们对梯田的管理。在地形较为平缓的山谷，出现林地、园地、聚落、河流和梯田交互聚集分布的复合景观。联合梯田农业文化遗产地的“水源林-聚落-梯田-复合景观”布局兼具良性生产功能、宜居功能、水土保持功能和美学功能。

表 1 联合梯田重点保护区景观斑块类型格局指标

Table 1 Landscape pattern metrics of patch types of the key protected areas of Lianhe terrace

类型 Type	斑块类型面积 Total class area (hm^2)	斑块面积百分比 Percentage of landscape (%)	斑块数目 Number of patches	斑块密度 Patch density (patchs·km^{-2})	斑块边缘密度 Edge density of patch (m·hm^{-2})	最大斑块占景观面积比例 Largest patch index (%)	破碎度 Landscape fragmentation	景观形状指数 Landscape shape index
耕地 Farmland	2 104.06	20.40	1 369	1327	89.91	8.10	0.75	50.85
裸地 Bare land	275.72	2.67	352	341	20.34	0.08	0.19	31.78
建筑用地 Construction area	326.53	3.17	406	394	21.22	0.10	0.22	30.47
水域 Water area	89.15	0.86	111	108	6.20	0.15	0.06	17.74
林地 Forest land	7 005.45	67.93	83	80	77.54	30.73	0.05	26.29
园地 Garden plot	483.75	4.69	233	226	19.50	0.30	0.13	22.88
采矿用地 Mining lease	28.27	0.27	6	6	0.77	0.11	0.00	3.93



邻接边数目百分比（%） Percentage of neighboring numbers

A: 耕地; B: 裸地; C: 建筑用地; D: 水域; E: 林地; F: 园地; G: 采矿用地。A: farmland; B: bare land; C: construction area; D: water area; E: forest land; F: garden plot; G: mining lease.

图 1　梯田景观中各类型间的邻接边长度和数目百分比

Fig. 1　Percentages of neighboring lengths and numbers among patch types in the key protected areas of Lianhe terrace

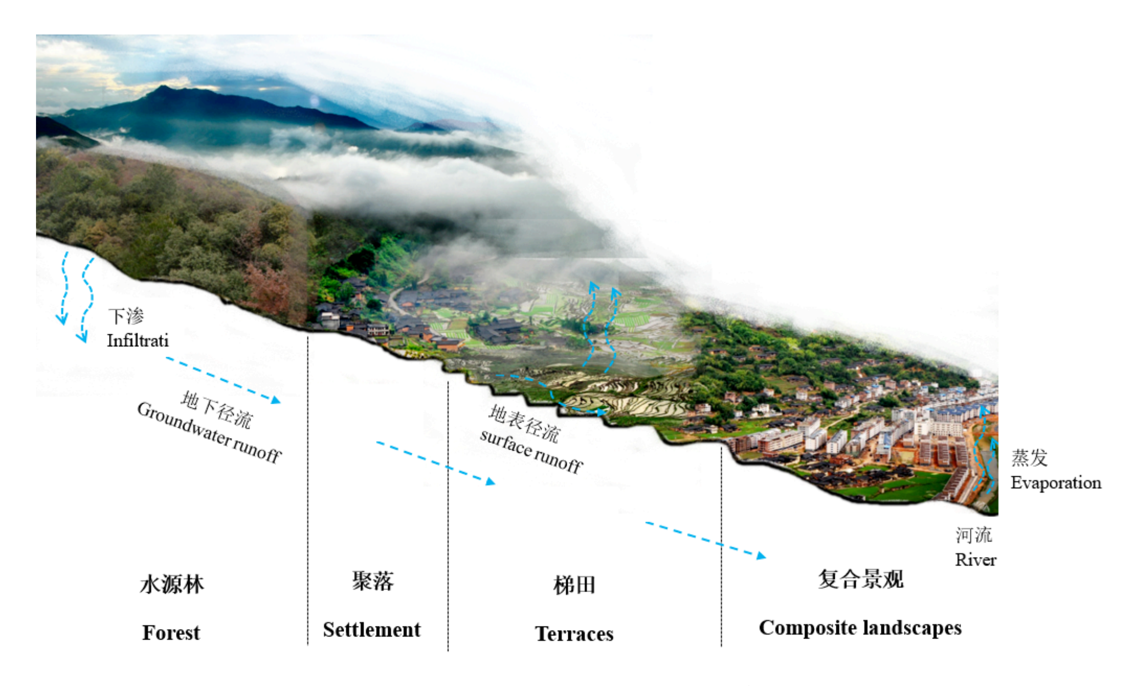


图 2　联合梯田重点保护区垂直景观分布格局

Fig. 2　Vertical distribution of landscape pattern in the key protected areas of Lianhe terrace

3.2　景观资源现状

联合梯田农业文化遗产地在亚热带山地中发育了景观资源(表 2)。地文景观、生物景观、天象与气候景观主要分布在山顶和山腰；遗址遗迹景观、建筑景观在区内散点分布；人文景观以村庄为中心聚集分布。其中，梯田景观、古民居和宗教古建筑吸引了部分游客参观，发挥了一定的景观资源的价值。然而，由于缺乏合理的规划开发与保护，较多景观资源价值仍得不到充分利用，并存在生态问题(表 2)。一方面，景观资源受到破坏。例如部分地文景观缺少保护措施，在自然和人为作用下，存在景观被破坏的风险。部分遗址遗迹，如古陶片遗址和南宋古桥，由于没有划定明显界限，缺乏保护措施，其资源价值得不到应有的发挥。一些传统的闽中民居已荒废，或拆毁改建，使当地建筑特色元素正在逐渐消失。此外，梯田是联合梯田文化遗产地的核心景观与文化载体，然而由于青年劳动力的外流，部分距离聚落较远的梯田出现撂荒现象，以及缺少人工维护的梯田出现田埂坍塌、水渠堵塞和水土流失的现象。另一方面，景观资源缺乏挖掘利用，使联合梯田陷入恶性循环。如表 2 所示，联合梯田多种景观类型，景观资源相当丰富。然而，目前这些资源价值缺乏深刻挖掘与开发。部分人文景观价值缺乏进一步的挖掘，导致其资源得不到有效利用，如传统的闽西山歌、闽剧、灯会和庙会等。同时，当地农民在农闲时间难以就业，以及源于本地的收入十分有限，从而导致当地人口大量外流。"丰富的景观资源"与"梯田生态景观无人维护"并存的尴尬局面，使联合梯田陷入"景观资源闲置-遗产地贫困-人口流失-梯田生态景观破坏-遗产地贫困-人口流失-景观资源消失"的恶性循环状态。

表 2　联合乡景观资源统计、分布与现状

Table 2　Summarizing the distribution and current situation of landscape resource in Lianhe terrace

景观类型 Landscape type	基本类型 Base type	景观名称 Name of the landscape	分布 Distribution	基本现状 Current situation of landscape
地文景观 Physiographic landscape	山丘景观 Hill landscape	金鸡山 Jinji Mountain	山顶、山腰 Mountaintop or hillside	开发程度低，没有保护措施 Low development level without protection
	奇特与象形石 Curious and pictographic stones	仙人赶石 Fairy cast stone		没有保护措施 Without protection
生物景观 Biological landscape	林地 Forest	毛竹林 *Phyllostachys pubescens* forest	山腰 Hillside	有计划采伐 Planned logging
		银杏林、红豆杉、山樱花 *Ginkgo biloba* forest, *Taxus chinensis*, *Cerasus serrulata*		栽培与保护 Cultivation and protection
天象与气候景观 Astronomical phenomena and climate landscape	日月星辰观察地 Observation sites for heaven	“天浴奇田”、“大地流金” Day Bath Terrace and The Golden	山顶、山腰，梯田附近 Mountaintop, hillside or near terrace	观景台正在建设中 Viewing platforms are under construction
	光环现象观察地 Observation sites for aura phenomenon	“彩霞辉映” Rosy Clouds		
	云雾多发地段 Cloudy areas	“腾云耕雾” Terrace Walking on Clouds		
	避暑气候地 Summer resorts	云山避暑山庄 Yunshan summer resort		
遗址遗迹景观 Relic landscape	遗址 Historic sites	古陶片遗址(至今 3 000 多年) Historic sites of old pottery piece for more than 3 000 year	全乡散点分布 Scattering in the countryside	无明显界限，无设置保护标志 No obvious protective limit and mark
	古桥 Ancient bridges	水尾桥(南宋古桥) Shuiwei Bridge (the Southern Song Dynasty)		被破坏，待修复 Be destroyed and pending-repair
	纪念碑 Monuments	连云烈士墓 Lianyun grave of revolutionary martyrs		对外开放与有保护措施 Open to visit and under protection
	传统农家用具 Traditional farm equipments	“联合梯田人家”农家用具展览室 Farm equipment exhibition of household in Lianhe Terraces		部分传统农具遗失 Some traditional agricultural products are lost.
建筑与工程景观 Architecture and engineering landscape	宗教建筑 Religious buildings	伏虎岩(南宋至清历代古建筑) Fuhu Rock (ancient architecture in Southern Song to Qing Dynasty)	全乡散点分布 Scattering in the countryside	对外开放，有保护措施 Open to visit and under protection
		五谷庙 Wugu temple		
	古民居 Ancient dwellings	古寨、姜氏故居(清朝)、传统闽中民居 Ancient villages, former residence of Jiang family, traditional folk houses in central Fujian		部分旧民居已荒废，或拆毁改建 Some have been abandoned, or pulled down and reconstruct.
	农业生态系统特色景观 Agricultural ecosystem landscapes	梯田 Terraces		部分撂荒，无保护措施 Some are abandoned without protection.
		“竹竿-蓄水池-梯田”引水装置 Water device of bamboo-reservoir-terraces		部分已经被现代化引水取代 Some have been replaced by modern diversion.
	道路景观 Road landscape	石板路 Paved roads		较完整的保留 Relatively complete reservation
民俗风情景观 Folk-custom landscape	生产用具 Production equipment	土砻、车碓、风车、谷耙、秧铲、犁、轨枷、蓑衣、夯 Rice huller, treadle-operated tilt hammer for hulling rice, winnower, valley of harrow, seedling spade, plough, rail flail, straw rain cape, rammer	村庄聚集分布 Aggregation in village	部分保留和使用中，大部分已经被现代化生产和生活用具所取代 Some are being used, most are replaced by modern ones..
	生活用具 Utensils	泥水用具、屠宰用具、称量器具、粿印模具、渔猎用具 Mud appliance, slaughter equipment, weighing apparatus, kueh mold, fishing and hunting equipment		
	工艺品 Artwares	竹雕、木雕、竹篓、刺绣 Bamboo and wood carving, bamboo basket, embroidery		保留中，没有保护措施 In reservation without protection
	文学艺术作品 Literary and artistic works	闽剧、山歌 Min opera, folk song		老年人继承保留，年青一代出现文化断层危机 Be inherited and retained by the aged, there is a cultural fault crisis in young generation.
	民间演艺 Folk performance	灯会、舞龙 Lantern festival, dragon dance		3~5 年举办 1 次 Hold a performance per 3 to 5 years
	庙会与民间集会 Temple fair and folk assembly	伏虎岩庙会 Temple fair of Fuhu Rock		每年举行 1 次 Hold a temple fair per annum

4 讨论

4.1 景观生态格局与景观稳定性关系分析

联合梯田农业文化遗产地的"水源林-聚落-梯田-复合景观"的景观分布格局与哈尼梯田的"森林-村庄-梯田"[19]和菲律宾科迪勒拉高山水稻梯田的"森林-木涌-聚落-梯田-水系"[15]的景观格局和生态功能相似。梯田依托山体，因地制宜，形成独特的物质流和能量流。这种景观分布格局集"生产"、"生活"和"生态"三位一体，兼具良性生产功能、宜居功能、水土保持功能和美学功能。与哈尼梯田和科迪勒拉高山水稻梯田相比，联合梯田的海拔差相对较低、坡度较缓，土地资源得到较大程度的开发利用，形成林地、园地、聚落、河流和梯田交互聚集分布的复合景观。研究区的林地面积占总景观的 67.93%，且景观破碎度和斑块数目较低(表 1)，意味着研究区的森林覆盖率较高且分布集中，这对区内的水土保持具有重要的生态意义。天然降水以地下水的形式在林地蓄集，再以溪流、山泉的形式流入山间的村庄和梯田，有效降低水土流失，减少洪涝、干旱灾害对农作物生产的影响。

景观格局分析表明，联合梯田核心区以梯田为主的耕地景观破碎度最高(表 1)。依据等高线修筑成条状阶台式或波浪式断面的梯田，并被灌溉渠道和道路等切割，导致梯田的面积破碎化、形状多样化且边界复杂。梯田作为人类对地貌系统干扰的产物，迫使地表发生演变，这种干扰实际上是增加了生态风险[8]。一般而言，景观破碎度越高，景观格局趋向复杂化，景观结构不稳定性增加[20]，景观水土保持较差。然而，联合梯田农业文化遗产地的梯田生态系统在 1 300 多年的历史中，维持着独特的物质流和能量流，形成良性循环的景观生态系统。景观格局指数和景观生态的不匹配性在景观分析中常会出现[18]，研究区的耕地景观格局指数和景观生态的耦合性较低主要源于梯田本身的性质与人为管理的投入。一方面，梯田本身是通过改变地表微地形来增加地表土壤入渗能力，通过分级截流、分散蓄水，实现水资源的重新分配，最大限度地降低地表与土壤内径流量，提高坡面降水资源利用率[6]，蓄水效益为 67.6%，保土效益为 85.0%，以发挥梯田的"隐形水库"的集雨功能，有助于防止水土流失及促进土壤形成和发育，对保持水土、维持系统稳定具有重要作用[21-24]。另一方面，景观格局定量化指标所表征的意义在人工景观与自然景观之间存在的差异与二者的景观维持机制有关。自然生态系统景观格局的演化源于生态系统各要素之间的相互作用，属自然界的自发性演化，而人工生态系统的景观格局(稳定或变化)决定于人类活动。对于联合梯田而言，其景观格局稳定性与梯田农业生产是否得以继续与传统生产方式是否传承关系密切。由于梯田的形成、管理与维护需要投入适当的劳动力，其生态风险的大小与劳动力投入密不可分。耕地与裸地、建筑用地、水域和林地布局邻近，因而物质和能量交换较频繁。如建筑用地与耕地紧密相邻，方便人们对梯田的管理；水域依梯田分布，方便农业生产灌溉。人类有目的地改变梯田水土资源的空间分配规律，有利于促进梯田蓄水、保土和保肥。

4.2 生态景观保护与景观资源利用的关系

梯田是联合梯田文化遗产地的核心景观与文化载体，正面临多方面的威胁。由于研究区以单一的传统农业生计模式为主，农民的经济收入低，使得当地年轻劳动力流向经济更发达的地区，老人和儿童成为留守的主要群体，出现青壮年等主要劳动力短缺等现象[25]，使耕地大量抛荒。弃耕后的梯田景观由于缺少人工维护，使得其原有的景观维持机制遭到破坏，造成田埂崩塌、水渠堵塞，导致土壤侵蚀和水土流失，进而土地退化和地质灾害增加[8]，因此造成梯田景观破坏，梯田景观生态的可持续发展受到制约。另一方面，外来农作物品种的引入、农药化肥的过度使用，使局部地区耕地土壤施肥管理与土壤质量不匹配[16]，破坏梯田的生态环境，导致梯田的生物多样性及景观生态可持续性受到挑战。

尽管联合梯田拥有丰富的景观资源，但大部分景观资源缺乏深刻挖掘与利用(表 2)。因而，联合梯田陷入"景观资源闲置-遗产地贫困-人口流失-梯田生态景观破坏-遗产地贫困-人口流失-景观资源消失"的恶性循环状态。联合梯田生态景观是当地人们世世代代努力创造并维护的人工生态系统，是传统农业社会人与环境和谐相处的产物，有其与农业时代相适应的社会-经济-自然复合生态系统的稳定机制。但是进入工业时代，这种稳定机制已经不适应生产力发展要求，必须重构新的社会-经济-自然复合生态系统的稳定机制。梯田景观价值多样性的开发与利用是构建新稳定机制的关键环节。景观资源的开发利用将使原来处恶性循环的不稳定机制转换成新的稳定机制，即"景观资源开发与利用-遗产地就业与经济增长-外流人口减少-梯田生态景观稳定-景观资源被重视和保护-景观资源开发与利用"的良性循环状态，使梯田人工生态系统的景观格局和景观生态可持续发展。联合梯田生态景观保护与其景观资源价值开发利用相互依赖，共生共存。

4.3 景观保护策略

联合梯田作为中国重要农业文化遗产地之一，近些年景观生态保护与景观资源利用开始受到重视，当

地政府和农户陆续开展保护农业文化景观的工作，如：制定《尤溪联合梯田文化遗产保护与发展管理办法》，成立保护与开发领导小组，举办“尤溪县联合梯田民俗文化旅游节”，制定农业复耕的补偿措施，鼓励农户复耕荒废的梯田，成立云山村联合梯田种养农业专业合作社等，并初步取得较好的成效，但仍存在不足。当前，联合梯田农业文化遗产地面临的主要问题是如何维持梯田景观生态的可持续发展，以及如何深刻挖掘遗产地的景观资源，促进梯田景观复兴及传统文化的现代回归。未来应重点发挥人的经济性和能动性，维持景观资源的可持续性。保护农业文化遗产的同时，要发展经济，使当地居民的生活水平不断提高，吸引年青一代有信心留守保护和传承农业文化遗产。同时，充分开发景观资源，其产生的经济效应也会推动当地居民主动维护景观资源。主要提出以下几点措施：1)梯田景观恢复与改造。梯田是联合梯田文化遗产地的核心景观。应修复坍塌的梯田围堰，鼓励和资助当地居民恢复“稻鸭共作”、“稻鱼共作”、“稻螺共作”、“浮萍肥田”等传统稻作体系。鼓励发展生态农业，提高农产品的产量和质量，提高农户的收入。申请地理标志认证、有机产品认证以提高传统种植农产品的价格，这是一种可持续的、经济潜力巨大的方式，从而保证农民总收入的提高[4]。2)适当发展第二产业，鼓励企业参与传统工艺品的产业化，融合梯田农业文化元素，创新与发展农耕文化工艺品。同时，对当地农产品进行精加工，延长产业链，提升产品价值，促进当地居民增加收入。3)在保证遗产地景观可持续发展的前提下，适当发展农业文化遗产旅游和生态旅游。充分利用遗产地的景观资源，结合乡土文化和民俗文化，鼓励发展农业文化旅游，鼓励农户经营“农家乐”，充分发挥农业文化遗产地的观光、休闲、教育和体验的功能[26]，在增加农户收入的同时，提高农户对农业文化遗产的认知态度——历史认同、现实认同、情感认同及行为认同[27]，增强农户保护农业文化的自觉性，并加入反哺农业景观生态和资源的保护行动。同时，文化遗产旅游市场与整个大众旅游相比，目标受众的年龄层次更高，受教育更好，经济更富裕[28]。因此，应充分利用中国重要农业文化遗产地这一名片，结合闽台农业文化渊源，以海峡农业文化遗产旅游为主题，使之成为国际知名的农业文化遗产旅游目的地和富有特色的农业文化遗产旅游中心[25]。4)建立相应的补偿机制。应根据当地居民的受偿意愿、支付意愿和发展权限制的损失，建立适当的补偿机制，包括补偿的标准、方式和途径[29]，鼓励农户使用传统农耕知识与技术耕种，激励农户保护森林、梯田及灌溉系统，促进梯田景观复兴及传统文化的现代回归。

5　结论

1)联合梯田农业文化遗产地的“水源林-聚落-梯田-复合景观”垂直立体分布格局，形成独特的物质流和能量流，集“生产”、“生活”和“生态”三位一体的布局，兼具良性生产功能、宜居功能、水土保持功能和美学功能，发育了丰富的自然景观和人文景观资源。

2)景观格局指数结果表明联合梯田林地面积较大且分布较集中，生态系统稳定；而耕地呈面积破碎化、形状多样化、边界复杂的特征，生态系统不稳定。但历史事实表明，联合梯田生态系统是稳定的，景观格局指数和景观生态的不匹配性表明景观生态分析方法并不完全适用于人工生态系统稳定性分析，其生态稳定性与人工生态系统的格局、功能和人类活动有关。

3)联合梯田景观正面临多方面威胁，同时景观资源缺乏挖掘利用。“丰富的景观资源”与“梯田生态景观无人维护”并存的尴尬局面，使联合梯田陷入“景观资源闲置-遗产地贫困-人口流失-梯田生态景观破坏-景观资源消失”的恶性循环状态。通过景观资源的有序开发利用可扭转原来处恶性循环的不稳定机制，即“景观资源开发与利用-遗产地就业与经济增长-外流人口减少-梯田生态景观稳定-景观资源被重视和保护-景观资源开发与利用”的良性循环状态。

4)未来应重点发挥人的经济性和能动性，发展生态农业、第二产业和第三产业。建立相应的补偿机制，恢复与改造梯田景观，在保证遗产地景观可持续发展的前提下，适当发展农业文化遗产旅游和生态旅游，维持景观资源的可持续性，促进梯田景观复兴及传统文化的现代回归。

致谢　感谢联合梯田农业文化遗产地的村民与村委干部对本次景观资源现状调查给予的积极配合与支持，在此表示感谢！

参考文献 References

[1] 李军，黄敬峰，程家安. 我国化肥施用量及其可能污染的时空分布特征[J]. 生态环境学报, 2003, 12(2): 145–149
Li J, Huang J F, Cheng J A. Time and spatial distribution character of fertilizer consumption and potential pollution in China[J]. Ecology and Environment, 2003, 12(2): 145–149

[2] Freemark K, Boutin C. Impacts of agricultural herbicide use on terrestrial wildlife in temperate landscapes: A review with special reference to North America[J]. Agriculture, Ecosystems & Environment, 1995, 52(2/3): 67–91

[3] Soliman K M. Changes in concentration of pesticide residues in potatoes during washing and home preparation[J]. Food and Chemical Toxicology, 2001, 39(8): 887–891

[4] 张永勋, 刘某承, 闵庆文, 等. 农业文化遗产地有机生产转换期农产品价格补偿测算——以云南省红河县哈尼梯田稻作系统为例[J]. 自然资源学报, 2015, 30(3): 374–383

Zhang Y X, Liu M C, Min Q W, et al. Calculation of price compensation of agriculture products in the period of organic conversion in agricultural heritage sites-taking paddy rice of Hani terrace in Honghe County of Yunnan Province as an example[J]. Journal of Natural Resources, 2015, 30(3): 374–383

[5] Kizos T, Dalaka A, Petanidou T. Farmers' attitudes and landscape change: evidence from the abandonment of terraced cultivations on Lesvos, Greece[J]. Agriculture and Human Values, 2010, 27(2): 199–212

[6] 陈维杰. 豫西山丘区构建径流聚集工程体系研究[J]. 中国水土保持科学, 2008, 6(4): 89–93

Chen W J. Research on the construction of the system of surface runoff gathering project in western mountain areas of Henan Province[J]. Science of Soil and Water Conservation, 2008, 6(4): 89–93

[7] 闵庆文. 全球重要农业文化遗产——一种新的世界遗产类型[J]. 资源科学, 2006, 28(4): 206–208

Min Q W. GIAHS: A new kind of world heritage[J]. Resources Science, 2006, 28(4): 206–208

[8] Brancucci G, Paliaga G. The Hazard assessment in a terraced landscape: Preliminary result of the Liguria (Italy) case study in the Interreg Ⅲ Alpter Project[J]. Astronomy & Astrophysics Supplement, 2006, 85(2):915–970

[9] 傅伯杰, 徐延达, 吕一河. 景观格局与水土流失的尺度特征与耦合方法[J]. 地球科学进展, 2010, 25(7): 673–681

Fu B J, Xu Y D, Lv Y H. Scale characteristics and coupled research of landscape pattern and soil and water loss[J]. Advances in Earth Science, 2010, 25(7): 673–681

[10] 邱彭华, 徐颂军, 谢跟踪, 等. 基于景观格局和生态敏感性的海南西部地区生态脆弱性分析[J]. 生态学报, 2007, 27(4): 1257–1264

Qiu P H, Xu S J, Xie G Z, et al. Analysis on the ecological vulnerability of the western Hainan Island based on its landscape pattern and ecosystem sensitivity[J]. Acta Ecologica Since, 2007, 27(4): 1257–1264

[11] Hua H L, Zhou S Y. Human-environment system boundaries: a case study of the Honghe Hani Rice Terraces as a World Heritage Cultural Landscape[J]. Sustainability, 2015, 7(8): 10733–10755

[12] 角媛梅, 杨有洁, 胡文英, 等. 哈尼梯田景观空间格局与美学特征分析[J]. 地理研究, 2006, 25(4): 624–632

Jiao Y M, Yang Y J, Hu W Y, et al. Analysis of the landscape pattern and aesthetic characteristics of the Hani terraced fields[J]. Geographical Research, 2006, 25(4): 624–632

[13] Joo S H, Shin Y. A study on the current status and future tasks of the landscape resources survey in Korea[J]. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture, 2015, 43(3): 27–42

[14] Montes L, Domingo R, González-Sampériz P, et al. Landscape, resources and people during the Mesolithic and Neolithic times in NE Iberia: The Arba de Biel Basin[J]. Quaternary International, 2016, 403: 133–150

[15] 侯惠珺, 罗丹, 赵鸣. 基于生态恢复和文化回归的梯田景观格局重建——以菲律宾科迪勒拉高山水稻梯田景观复兴为例[J]. 生态学报, 2016, 36(1): 148–155

Hou H J, Luo D, Zhao M. Reconstruction of landscape pattern on terraces based on the theory of ecological restoration and culture regression for mountain rice terraces in the Philippines Cordillera region[J]. Acta Ecologica Since, 2016, 36(1): 148–155

[16] 高灯州, 闵庆文, 陈桂香, 等. 联合梯田农业文化遗产稻田土壤养分空间变异特征[J]. 生态学报, 2016, 36(21): 6951–6959

Gao D Z, Min Q W, Chen G X, et al. Spatial variability of soil nutrients in the agricultural heritage systems of Lianhe terraced fields[J]. Acta Ecologica Since, 2016, 36(21): 6951–6959

[17] 尤溪县志编纂委员会. 尤溪县志[M]. 福州: 福建省地图出版社, 1989

Editorial Committee of Youxi County Chronicles. Local Chronicles of Youxi County, Fujian Province, China[M]. Fuzhou: Map Publishing Press of Fujian Province, 1989

[18] 林孟龙, 曹宇, 王鑫. 基于景观指数的景观格局分析方法的局限性: 以台湾宜兰利泽简湿地为例[J]. 应用生态学报, 2008, 19(1): 139–143

Lin M L, Cao Y, Wang X. Limitations of landscape pattern analysis based on landscape indices: A case study of Lizejian wetland in Yilan of Taiwan Province, China[J]. Chinese Journal of Applied Ecology, 2008, 19(1): 139–143

[19] Jiao Y M, Li X Z. Ethnic culture and nature: Interactions in the Hani Terrace Landscape[M]//Hong S K, Kim J E, Wu J, et al, eds.

Landscape Ecology in Asian Cultures. Tokyo: Springer, 2011: 29–40
[20] 佟光臣，林杰，陈杭，等. 1986—2013 年南京市土地利用/覆被景观格局时空变化及驱动力因素分析[J]. 水土保持研究, 2017, 24(2): 240–245
Tong G C, Lin J, Chen H, et al. Land use and landscape pattern changes and the driving force factors in Nanjing from 1986 to 2013[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2017, 24(2): 240–245
[21] 胡建民，胡欣，左长清. 红壤坡地坡改梯水土保持效应分析[J]. 水土保持研究, 2005, 12(4): 271–273
Hu J M, Hu X, Zuo C Q. Analysis on soil and water conservation benefit of terracing on red-soil slope land[J]. Research of Soil and Water Conservation, 2005, 12(4): 271–273
[22] 肖笃宁，角媛梅，程国栋. 亚热带山地民族文化与自然环境和谐发展实证研究——以云南省元阳县哈尼族梯田文化景观为例[J]. 山地学报, 2002, 20(3): 266–271
Xiao D N, Jiao Y M, Cheng G D. Study on the coordinating development of ethnic culture and natural environment in subtropic mountain areas — A case of cultural landscape of Hani terrace in Yuanyang County[J]. Journal of Mountain Science, 2002, 20(3): 266–271
[23] Giménez-Font P. The Landscape of Agricultural Terraces in Mountainous Areas in the Region of Valencia (Eastern Spain): the Construction and Decline of a Cultural Heritage[M]. Geografía Física: Universidad de Alicante, 2011: 307–317
[24] 甘德欣，龙岳林，黄璜，等. 山地梯田景观的灾害防御机制与效益分析——以紫鹊界梯田为例[J]. 自然灾害学报，2007, 15(6): 106–108
Gan D X, Long Y L, Huang H, et al. Disaster prevention mechanism and benefit analysis of terrace landscape in mountainous region: taking Ziquejie Terrace as an example[J]. Journal of Natural Disasters, 2007, 15(6): 106–108
[25] 邹芳芳，王维奇，胡敏杰，等. 尤溪联合梯田农业文化遗产地发展现状与保护对策[J]. 福建农林大学学报：哲学社会科学版, 2015, 18(4): 32–38
Zou F F, Wang W Q, Hu M J, et al. Present situation and protection countermeasures of agricultural heritage Lianhe terraces in Youxi[J]. Journal of Fujian Agriculture and Forestry University: Philosophy and Social Sciences, 2015, 18(4): 32–38
[26] 郭焕成，吕明伟. 我国休闲农业发展现状与对策[J]. 经济地理, 2008, 28(4): 640–645
Guo H C, Lü M W. The status quo and counter measures of the leisure agriculture in China[J]. Economic Geography, 2008, 28(4): 640–645
[27] 任洪昌，林贤彪，王纯，等. 地方认同视角下居民对农业文化遗产认知及保护态度——以福州茉莉花与茶文化系统为例[J]. 生态学报, 2015, 35(20): 6806–6813
Ren H C, Lin X B, Wang C, et al. Residents' cognition and attitudes towards protection of the agricultural heritage system from a place identity perspective: a case study of the Fuzhou jasmine and tea culture system[J]. Acta Ecologica Sinica, 2015, 35(20): 6806–6813
[28] Zeppel H, Hall C M. Selling art and history: cultural heritage and tourism[J]. Journal of Tourism Studies, 1991, 2(1): 29–45
[29] 陈传明. 福建武夷山国家级自然保护区生态补偿机制研究[J]. 地理科学, 2011, 31(5): 594–599
Chen C M. Ecological compensation mechanism in Wuyishan National Nature Reserve of Fujian Province, China[J]. Scientia Geographica Sinica, 2011, 31(5): 594–599